

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5869548号
(P5869548)

(45) 発行日 平成28年2月24日 (2016. 2. 24)

(24) 登録日 平成28年1月15日 (2016. 1. 15)

(51) Int. Cl. F 1
A 6 1 B 8/14 (2006. 01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 10 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2013-224247 (P2013-224247)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成25年10月29日 (2013. 10. 29)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル エルシー
(65) 公開番号	特開2015-84862 (P2015-84862A)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・5 3 1 8 8・ワウケシャ・ノース・グランドヴ ュー・ブルバード・ダブリュー・7 1 0 ・3 0 0 0
(43) 公開日	平成27年5月7日 (2015. 5. 7)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成26年12月19日 (2014. 12. 19)		弁理士 荒川 聡志
		(72) 発明者	谷川 俊一郎 東京都日野市旭が丘四丁目7番地の1 2 7 GEヘルスケア・ジャパン株式会社内
		審査官	右▲高▼ 孝幸
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及びその制御プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによつて前記生体組織に生じたせん断弾性波を計測するための計測用超音波パルスの送信とが交互に複数回行われるよう超音波プローブを制御する送信制御部であつて、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の領域を、前記一のプッシュパルスによつて生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための検出用超音波パルスが送信されるよう前記超音波プローブを制御する送信制御部と、

前記検出用超音波パルスの送信によつて得られるエコー信号に基づいて、前記せん断弾性波を検出するせん断弾性波検出部と、

を備え、

前記送信制御部は、前記せん断弾性波検出部によつて前記せん断弾性波が検出されると、次のプッシュパルスを送信するよう制御を行なう

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによつて前記生体組織に生じたせん断弾性波を計測するための計測用超音波パルスの送信とが交互に複数回行われるよう超音波プローブを制御する送信制御部であつて、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予

10

20

定の領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための検出用超音波パルスが送信されるよう前記超音波プローブを制御する送信制御部を備え、

前記領域は、前記せん断弾性波の検出に基づいて前記生体組織の弾性に関する計測値が算出されて前記生体組織の弾性画像が表示される計測領域が分割された複数の分割領域のうちの一つであり、

前記送信制御部は、一回の前記プッシュパルスの送信につき、前記複数の分割領域のうちの一つにおいて前記計測用超音波パルスが送信されるよう制御を行ない、

また前記送信制御部は、前記複数の分割領域のうち、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の分割領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための前記検出用パルスが送信されるよう制御を行なう

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 3】

前記送信制御部は、前記複数の分割領域のうち、前記他のプッシュパルスに対応する前記計測用超音波パルスが送信される予定の前記分割領域における前記せん断弾性波の伝播方向に位置する端部であって、前記プッシュパルスから遠い方に位置する端部の近傍における予め設定された位置に、前記検出用超音波パルスが送信されるよう制御を行なうことを特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによって前記生体組織に生じたせん断弾性波を計測するための計測用超音波パルスの送信とが交互に複数回行われるよう超音波プローブを制御する送信制御部であって、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための検出用超音波パルスが送信されるよう前記超音波プローブを制御する送信制御部を備え、

前記領域は、前記せん断弾性波の検出に基づいて生体組織の弾性に関する値が計測されて生体組織の弾性画像が表示される計測領域であり、

前記送信制御部は、一回の前記プッシュパルスの送信につき、前記計測領域において前記計測用超音波パルスが送信されるよう制御を行ない、

また、前記送信制御部は、前記計測領域を通過した前記せん断弾性波を検出するための前記検出用超音波パルスが送信されるよう制御を行ない、

さらに、前記送信制御部は、前記計測領域における前記せん断弾性波の伝播方向に位置する端部であって、前記プッシュパルスから遠い方に位置する端部の近傍における予め設定された位置に、前記検出用超音波パルスが送信されるよう制御を行なう

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 5】

前記計測用超音波パルスのエコー信号に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値として、前記せん断弾性波の伝搬速度を算出する伝搬速度算出部を備えることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記せん断弾性波の伝搬速度に基づいて、前記生体組織の弾性に関する計測値として、生体組織の弾性値を算出する弾性値算出部を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記伝搬速度又は前記弾性値に応じた表示形態を有する二次元の弾性画像が表示される表示部を備えることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

コンピュータに、

被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによって前記生体組織に生じたせん断弾性波を計測するための計測用超音波パルスの送信とが交互に複数回行われるよう超音波プローブを制御する送信制御機能であって、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための検出用超音波パルスが送信されるよう前記超音波プローブを制御する送信制御機能と、

前記検出用超音波パルスの送信によって得られるエコー信号に基づいて、前記せん断弾性波を検出するせん断弾性波検出機能と、

を実行させることを特徴とし、

前記送信制御機能は、前記せん断弾性波検出機能によって前記せん断弾性波が検出されると、次のプッシュパルスを送信するよう制御を行なう

ことを特徴とする超音波診断装置の制御プログラム。

【請求項 9】

コンピュータに、

被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによって前記生体組織に生じたせん断弾性波を計測するための計測用超音波パルスの送信とが交互に複数回行われるよう超音波プローブを制御する送信制御機能であって、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための検出用超音波パルスが送信されるよう前記超音波プローブを制御する送信制御機能を実行させることを特徴とする超音波診断装置の制御プログラムであって、

前記領域は、前記せん断弾性波の検出に基づいて前記生体組織の弾性に関する計測値が算出されて前記生体組織の弾性画像が表示される計測領域が分割された複数の分割領域のうちの一つであり、

前記送信制御機能は、一回の前記プッシュパルスの送信につき、前記複数の分割領域のうちの一つにおいて前記計測用超音波パルスが送信されるよう制御を行なう機能であり、

また前記送信制御機能は、前記複数の分割領域のうち、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の分割領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための前記検出用パルスが送信されるよう制御を行なう機能である

ことを特徴とする超音波診断装置の制御プログラム。

【請求項 10】

コンピュータに、

被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによって前記生体組織に生じたせん断弾性波を計測するための計測用超音波パルスの送信とが交互に複数回行われるよう超音波プローブを制御する送信制御機能であって、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための検出用超音波パルスが送信されるよう前記超音波プローブを制御する送信制御機能を実行させることを特徴とする超音波診断装置の制御プログラムであって、

前記領域は、前記せん断弾性波の検出に基づいて生体組織の弾性に関する値が計測されて生体組織の弾性画像が表示される計測領域であり、

前記送信制御機能は、一回の前記プッシュパルスの送信につき、前記計測領域において前記計測用超音波パルスが送信されるよう制御を行なう機能であり、

また、前記送信制御機能は、前記計測領域を通過した前記せん断弾性波を検出するための前記検出用超音波パルスが送信されるよう制御を行なう機能であり、

さらに、前記送信制御機能は、前記計測領域における前記せん断弾性波の伝播方向に位置する端部であって、前記プッシュパルスから遠い方に位置する端部の近傍における予め設定された位置に、前記検出用超音波パルスが送信されるよう制御を行なう機能である

10

20

30

40

50

ことを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波のプッシュパルスを送信して生体組織の弾性を計測する超音波診断装置及びその制御プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

生体組織に対して、超音波プローブから音圧の高い超音波パルス（プッシュパルス）を送信して、生体組織の弾性を計測する弾性計測手法が知られている（例えば、特許文献1参照）。より詳細には、プッシュパルスによって生体組織に生じたせん断弾性波（shear wave）を計測用超音波パルスによって検出して、せん断弾性波の伝搬速度や生体組織の弾性値を算出している。そして、算出値に応じた色などを有する弾性画像が表示される。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2012-100997号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

ここで、二次元の弾性画像を表示させる場合においては、弾性画像が表示される二次元の計測領域において、複数音線分の検出用超音波パルスの送受信が行なわれる。しかし、一回のプッシュパルスの送信で、二次元の計測領域内の全ての音線において、せん断弾性波を計測することは困難な場合がある。そこで、一フレーム分の弾性画像を得るために、プッシュパルスが複数回送信される。そして、二次元の計測領域は複数に分割され、この分割領域の各々において、一回のプッシュパルスの送信によって発生するせん断弾性波を検出する。複数回のプッシュパルスは、設定された間隔で送信される。

【0005】

ところで、プッシュパルスの送信間隔が短すぎると、前回のプッシュパルスの送信による影響が残り、正確な計測を行なうことが困難となるおそれがある。一方、プッシュパルスの送信間隔が長すぎると、前回のプッシュパルスの送信から、次にプッシュパルスが送信されるまでの間に、超音波プローブと生体組織との位置関係が変わり、正確な弾性画像を得ることが困難となるおそれがある。また、プッシュパルスの送信間隔が長すぎると、フレームレートが悪化する。そこで、プッシュパルスの送信間隔は、前回のプッシュパルスの送信による影響が残らない程度に短いことが望ましい。しかし、生体組織の弾性によってせん断弾性波の伝播速度は異なるため、このような送信間隔を予め設定しておくことは困難である。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

40

上述の課題を解決するためになされた一の観点の発明は、被検体の生体組織に対する超音波のプッシュパルスの送信と、該プッシュパルスによって前記生体組織に生じたせん断弾性波を計測するための計測用超音波パルスの送信とが交互に複数回行われるよう超音波プローブを制御する送信制御部であって、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことを検出するための検出用超音波パルスが送信されるよう前記超音波プローブを制御する送信制御部を備えることを特徴とする超音波診断装置である。

【発明の効果】

【0007】

50

上記一の観点の発明によれば、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスが送信される予定の領域を、前記一のプッシュパルスによって生じた前記せん断弾性波が通過したことが、前記検出用超音波パルスによって検出される。従って、せん断弾性波が前記領域を通過した後に、次のプッシュパルスを送信することができるので、前回のプッシュパルスの送信による影響を受けずに、次のプッシュパルスを送信することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明の実施の形態の一例である超音波診断装置の概略構成を示すブロック図である。

10

【図2】エコーデータ処理部の構成を示すブロック図である。

【図3】表示制御部の構成を示すブロック図である。

【図4】Bモード画像及び弾性画像が表示された表示部を示す図である。

【図5】Bモード画像に関心領域が設定された表示部を示す図である。

【図6】弾性画像が表示される場合における超音波パルスの送信シーケンスを示す図である。

【図7】プッシュパルスの送信と、プッシュパルスによって生じたせん断弾性波とを説明する図である。

【図8】一回目のプッシュパルスの送信に対応する計測用超音波パルスの送受信を説明する図である。

20

【図9】複数の音線における計測用超音波パルスの送受信の順序を説明する図である。

【図10】検出用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図11】二回目のプッシュパルスの送信に対応する計測用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図12】第一実施形態の変形例における関心領域の分割を示す図である。

【図13】第一領域における計測用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図14】第二領域を通過したせん断弾性波を検出するための検出用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図15】第二領域における計測用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図16】第三領域を通過したせん断弾性波を検出するための検出用超音波パルスの送受信を説明する図である。

30

【図17】第三領域における計測用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図18】第二実施形態における一回目のプッシュパルスの送信と、プッシュパルスによって生じたせん断弾性波とを説明する図である。

【図19】第二実施形態における一回目のプッシュパルスの送信に対応する計測用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図20】第二実施形態における検出用超音波パルスの送受信を説明する図である。

【図21】第二実施形態における二回目のプッシュパルスの送信と、プッシュパルスによって生じたせん断弾性波とを説明する図である。

【図22】二回目のプッシュパルスの送信に対応する計測用超音波パルスの送受信を説明する図である。

40

【図23】計測用超音波パルス及び検出用超音波パルスの送受信方法の他例を示す図である。

【図24】検出用超音波パルスの位置の他例を説明する図である。

【図25】検出用超音波パルスの位置の他例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の実施形態について説明する。

(第一実施形態)

まず、第一実施形態について説明する。図1に示す超音波診断装置1は、超音波プロセ

50

ブ2、送受信ビームフォーマ3、エコーデータ処理部4、表示制御部5、表示部6、操作部7、制御部8、記憶部9を備える。

【0010】

前記超音波プローブ2は、前記超音波プローブ2は、本発明における超音波プローブの実施の形態の一例であり、被検体の生体組織に対して超音波を送信する。この超音波プローブ2により、生体組織にせん断弾性波を生じさせるための超音波パルス（プッシュパルス）が送信される。また、前記超音波プローブ2により、せん断弾性波を計測するための計測用超音波パルスが送信され、そのエコー信号が受信される。後述するように、前記プッシュパルスと前記計測用超音波パルスとは、交互に複数回送信される。

【0011】

また、前記超音波プローブ2により、後述するように、次に前記プッシュパルスが送信されて前記せん断弾性波の計測が行われる領域を通過した前記せん断弾性波を検出するための検出用超音波パルスが送信される。

【0012】

さらに、前記超音波プローブ2により、Bモード画像を作成するための画像用超音波パルスが送信され、そのエコー信号が受信される。

【0013】

前記送受信ビームフォーマ3は、前記制御部8からの制御信号に基づいて、前記超音波プローブ2を駆動させて所定の送信パラメータ（parameter）を有する前記各種の超音波パルスを送信させる。また、送受信ビームフォーマ3は、超音波のエコー信号について、整相加算処理等の信号処理を行なう。

【0014】

前記エコーデータ処理部4は、図2に示すように、Bモード処理部41、伝搬速度算出部42、弾性値算出部43及びせん断弾性波検出部44を有する。前記Bモード処理部41は、前記送受信ビームフォーマ3から出力されたエコーデータに対し、対数圧縮処理、包絡線検波処理等のBモード処理を行い、Bモードデータを作成する。

【0015】

また、前記伝搬速度算出部42は、前記送受信ビームフォーマ3から出力されたエコーデータに基づいて、前記せん断弾性波の伝搬速度を算出する。また、前記弾性値算出部43は、プッシュパルスが送信された生体組織の弾性値を、前記伝搬速度に基づいて算出する。詳細は後述する。前記伝搬速度算出部42は、本発明における伝搬速度算出部の実施の形態の一例である。また、前記弾性値算出部43は、本発明における弾性値算出部の実施の形態の一例である。また、前記伝搬速度及び前記弾性値は、本発明における生体組織の弾性に関する計測値の実施の形態の一例である。

【0016】

ちなみに、前記伝搬速度のみが算出され、前記弾性値は必ずしも算出されなくてもよい。前記伝搬速度のデータ又は前記弾性値のデータを、弾性データと云うものとする。

【0017】

前記せん断弾性波検出部44は、前記検出用超音波パルスのエコー信号に基づいて前記せん断弾性波を検出する。前記せん断弾性波検出部44は、本発明におけるせん断弾性波検出部の実施の形態の一例である。

【0018】

前記表示制御部5は、図3に示すように、画像表示制御部51、計測領域設定部52を有する。前記画像表示制御部51は、前記Bモードデータをスキャンコンバータ（scan converter）によって走査変換してBモード画像データを作成し、このBモード画像データに基づくBモード画像を前記表示部6に表示させる。また、前記画像表示制御部51は、前記弾性データをスキャンコンバータによって走査変換して弾性画像データを作成し、この弾性画像データに基づく弾性画像を前記表示部6に表示させる。

【0019】

図4に示すように、前記弾性画像EIは、前記Bモード画像BIに設定された関心領域

10

20

30

40

50

R内に表示される二次元の画像である。前記弾性画像E Iは、前記伝搬速度又は前記弾性値に応じた色を有するカラー(c o l o r)画像である。前記画像表示制御部5 1は、前記Bモード画像データ及び前記弾性画像データを合成して合成画像データを作成し、この合成画像データに基づく画像を前記表示部6に表示させる。従って、前記弾性画像E Iは、背景のBモード画像B Iが透過する半透明の画像である。

【0020】

前記関心領域Rは、前記関心領域設定部5 2によって設定される。より詳細には、前記関心領域設定部5 2は、操作者による前記操作部7における入力に基づいて、前記関心領域Rを設定する。前記関心領域Rは、せん断弾性波の計測領域であり、この領域に前記計測用超音波パルスが送信される。

10

【0021】

前記表示部6は、LCD(L i q u i d C r y s t a l D i s p l a y)や有機EL(E l e c t r o - L u m i n e s c e n c e)ディスプレイなどである。前記操作部7は、特に図示しないが、操作者が指示や情報を入力するためのキーボード(k e y b o a r d)や、トラックボール(t r a c k b a l l)等のポインティングデバイス(p o i n t i n g d e v i c e)などを含んで構成されている。

【0022】

前記制御部8は、特に図示しないがCPU(C e n t r a l P r o c e s s i n g U n i t)を有して構成される。この制御部8は、前記記憶部9に記憶された制御プログラムを読み出し、前記超音波診断装置1の各部における機能を実行させる。例えば、前記制御部8は、超音波パルスの送信を制御する制御信号を前記送受信ビームフォーマ3に出力する。前記制御部8及び前記送受信ビームフォーマ3は、本発明における送信制御部の実施の形態の一例である。また、前記制御部8及び前記送受信ビームフォーマ3は、本発明における送信制御機能の実施の形態の一例の機能を実行する。

20

【0023】

前記記憶部9は、HDD(H a r d D i s k D r i v e:ハードディスクドライブ)や、RAM(R a n d o m A c c e s s M e m o r y)やROM(R e a d O n l y M e m o r y)等の半導体メモリ(M e m o r y)である。

【0024】

次に、本例の超音波診断装置1の作用について説明する。まず、操作者は被検体に対して前記超音波プローブ2による超音波の送受信を行ない、図5に示すように、エコー信号に基づくBモード画像B Iを表示させる。そして、このBモード画像B Iに関心領域Rを設定する。この関心領域Rは、弾性画像を表示させたい領域に設定される。

30

【0025】

次に、操作者は、前記操作部7において弾性画像を表示させる入力を行なう。この入力があると、前記制御部8は、図6に示すように、プッシュパルスP P、計測用超音波パルスM P、検出用超音波パルスD Pの順に超音波パルスが送信されるよう前記送受信ビームフォーマ3へ制御信号を出力する。一回のプッシュパルスP Pの送信につき、計測用超音波パルスM P及び検出用超音波パルスD Pは複数回送信される。ただし、図6に示された送信回数に限られるものではない。

40

【0026】

前記プッシュパルスP Pは複数回(本例では後述のように二回)送信され、各々のプッシュパルスP Pの送信につき、前記計測用超音波パルスM P及び検出用超音波パルスD Pが送信される。ちなみに、図6では、一回のプッシュパルスP Pの送信のみが示されている。

【0027】

前記プッシュパルスP P、前記計測用超音波パルスM P及び前記検出用超音波パルスD Pの送信について詳しく説明する。なお、以下における説明図において、前記前記プッシュパルスP P、前記計測用超音波パルスM P及び前記検出用超音波パルスD Pは音線(矢印)で示される。

50

【0028】

前記プッシュパルス P P は、図 7 に示すように、前記関心領域 R の近傍に送信される。このプッシュパルス P P により、生体組織 T にせん断弾性波 W が発生する。このせん断弾性波 W は、前記プッシュパルス P P から遠ざかる方向（図 7 の矢印の方向）へ前記生体組織 T 内を伝播し、前記関心領域 R 内を通過する。前記関心領域 R 内を伝播するせん断弾性波 W は、前記計測用超音波パルス M P によって検出される。

【0029】

前記計測用超音波パルス M P の送受信について説明する。前記計測用超音波パルス M P の送受信において、前記関心領域 R は便宜上複数の領域に分割される。そして、一回の前記プッシュパルス P P の送信につき、分割された複数の領域のうちの一つにおいて、前記計測用超音波パルス M P の送受信が複数音線分行われる。前記せん断弾性波 W の検出は、各々の音線において行われる。

10

【0030】

本例では、図 8 に示すように、一回目の前記プッシュパルス P P の送信において、前記計測領域 R の一部である第一領域 R 1 について、前記計測用超音波パルス M P の送受信が行われる。前記第一領域 R 1 は、前記せん断弾性波 W の伝播方向における前記関心領域 R の幅の二分の一の幅を有している。前記第一領域 R 1 及び後述の前記第二領域 R 2 は、本発明における分割領域の実施の形態の一例である。

【0031】

図 8 では、三音線分の計測用超音波パルス M P が示されている。各々の音線には、計測用超音波パルス M P が複数回送受信される。各々の音線を、図 9 に示すように、第一音線 S L 1、第二音線 S L 2、第三音線 S L 3 とする。前記第一音線 S L 1 が前記プッシュパルス P P に最も近く、前記第三音線 S L 3 が前記プッシュパルス P P から最も遠い。前記計測用超音波パルス M P の送受信は、各々の音線 S L 1 ～ S L 3 において、プッシュパルス P P に近い方から順番にインターリーブスキャン方式により行われる。すなわち、第一音線 S L 1、第二音線 S L 2、第三音線 S L 3 の順でそれぞれ一回ずつ計測用超音波パルス M P が送受信された後、再び第一音線 S L 1 に戻って計測用超音波パルス M P が送受信される。図 9 の数字は、前記計測用超音波パルス M P が送受信される順序を示している。

20

【0032】

前記計測用超音波パルス M P の送受信は、設定された回数行われる。この回数は、前記プッシュパルス P P から最も遠い音線において、前記せん断弾性波 W を検出することができる回数に設定される。

30

【0033】

前記計測用超音波パルス M P の送受信が設定された回数行われると、図 10 に示すように、検出用超音波パルス D P の送受信が行われる。検出用超音波パルス D P は、一回目のプッシュパルス P P （一のプッシュパルス）の次に送受信される二回目のプッシュパルス P P （他のプッシュパルス）に対応する計測用超音波パルス M P が送受信される予定の第二領域 R 2 を通過したせん断弾性波 W を検出するための超音波パルスである。ここで検出されるせん断弾性波 W は、一回目のプッシュパルス P P の送信によって生じたせん断弾性波である。

40

【0034】

前記検出用超音波パルス D P は、前記第二領域 R 2 におけるせん断弾性波 W の伝播方向に位置する端部であって、前記プッシュパルス P P から遠い方に位置する端部の近傍において送受信される。本例では、前記検出用超音波パルス D P は、前記第二領域 R 2 の外側の位置において送受信される。前記検出用超音波パルス D P の送受信位置は予め設定されている。

【0035】

前記検出用超音波パルス D P は、複数回送受信されてもよい。そして、前記検出用超音波パルス D P のエコー信号に基づいて、前記せん断弾性波検出部 44 によりせん断弾性波 W が検出されると、前記制御部 8 は、プッシュパルス P P が再び送信されるよう制御信号

50

を出力する。これにより、一回目と同じ位置に二回目のプッシュパルス P P が送信される。

【0036】

例えば、一音線分の前記検出用超音波パルス D P のエコー信号におけるいずれかの部分でせん断弾性波 W が検出された場合に、前記制御部 8 は、二回目のプッシュパルス P P が送信されるよう制御信号を出力してもよい。

【0037】

二回目の前記プッシュパルス P P が送信された後、図 11 に示すように、第二領域 R 2 において計測用超音波パルス M P の送受信が行われる。二回目の前記プッシュパルス P P の送信に対応する計測用超音波パルス M P の送受信は、前記第二領域 R 2 において行われ

10

【0038】

前記第一領域 R 1 及び前記第二領域 R 2 における計測用超音波パルス M P の送受信によってエコー信号が得られると、前記伝搬速度算出部 42 は、前記エコー信号において検出されるせん断弾性波 W の伝播速度を算出する。ちなみに、前記せん断弾性波 W は、前記音線の各々において画素に対応する部分について検出される。

【0039】

前記弾性値算出部 43 は、前記伝播速度に基づいて弾性値（ヤング率（Pa：パスカル））を算出する。ただし、弾性値は算出されず、伝播速度のみが算出されてもよい。

20

【0040】

前記画像表示制御部 51 は、前記伝搬速度のデータ又は前記弾性値のデータに基づいて、前記表示部 6 における前記関心領域 R 内に前記弾性画像 E I を表示させる。

【0041】

本例の超音波診断装置 1 によれば、一回目のプッシュパルス P P によって生じたせん断弾性波 W が検出された後に、二回目のプッシュパルス P P が送信される。従って、一回目のプッシュパルス P P によって生じたせん断弾性波 W が、前記第二領域 R 2 を通過した後に、二回目のプッシュパルス P P が送信されるので、この二回目のプッシュパルス P P によって生じるせん断弾性波 W の前記第二領域 R 2 における検出を、一回目のプッシュパルス P P によるせん断弾性波 W の影響を受けずに行なうことができる。

30

【0042】

次に、第一実施形態の変形例について説明する。上記実施形態においては、前記関心領域 R が前記第一領域 R 1 と前記第二領域 R 2 の二つに分割され、前記せん断弾性波 W の検出が二回に分けて行われているが、これに限られるものではない。例えば、図 12 に示すように、前記関心領域 R が、第一領域 R 1、第二領域 R 2 及び第三領域 R 3 の三つに分割され、前記せん断弾性波 W の検出が三回に分けて行われてもよい。この場合、プッシュパルス P P は三回送信され、前記第一領域 R 1、前記第二領域 R 2 及び前記第三領域 R 3 の順序で前記せん断弾性波 W の検出が行われる。

【0043】

一回目のプッシュパルス P P の送信後に、図 13 に示すように、前記第一領域 R 1 について、前記計測用超音波パルス M P の送受信が、設定された回数行われると、図 14 に示すように、検出用超音波パルス D P の送受信が行われる。この検出用超音波パルス D P は、一回目のプッシュパルス P P の次に送受信される二回目のプッシュパルス P P に対応する計測用超音波パルス M P が送受信される予定の第二領域 R 2 を、一回目のプッシュパルス P P によって生じたせん断弾性波 W が通過したことを検出するための超音波パルスである。前記検出用超音波パルス D P は、前記第二領域 R 2 におけるせん断弾性波 W の伝播方向に位置する端部であって、前記プッシュパルス P P から遠い方に位置する端部の近傍において送受信される。本例では、前記検出用超音波パルス D P は、前記第二領域 R 2 の外側であって前記第三領域 R 3 内において送受信される。前記検出用超音波パルス D P の送受信位置は予め設定されている。

40

50

【0044】

ただし、前記検出用超音波パルスDPは、前記第二領域R2を通過したせん断弾性波Wを検出できる位置に送受信されればよく、例えば前記第三領域R3の外側（後述の図16と同じ位置）において送受信されてもよい。

【0045】

前記検出用超音波パルスDPによって、一回目のプッシュパルスPPの送信によって生じたせん断弾性波Wが検出されると、上述の実施形態と同様に、プッシュパルスPPが再び送信される。その後、図15に示すように、前記第二領域R2において計測用超音波パルスMPの送受信が行われる。この計測用超音波パルスMPの送受信が、設定された回数行われると、図16に示すように、検出用超音波パルスDPの送受信が行われる。この検出用超音波パルスDPは、二回目のプッシュパルスPPの次に送受信される三回目のプッシュパルスPPに対応する計測用超音波パルスMPが送受信される予定の第三領域R3を、二回目のプッシュパルスPPによって生じたせん断弾性波Wが通過したことを検出するための超音波パルスである。前記検出用超音波パルスDPは、前記第三領域R3におけるせん断弾性波Wの伝播方向に位置する端部であって、前記プッシュパルスPPから遠い方に位置する端部の近傍において送受信される。本例では、前記検出用超音波パルスDPは、前記第三領域R3の外側の位置において送受信される。前記検出用超音波パルスDPの送受信位置は予め設定されている。

10

【0046】

前記検出用超音波パルスDPによって、二回目のプッシュパルスPPの送信によって生じたせん断弾性波Wが検出されると、プッシュパルスPPが再び送信され、その後、図17に示すように、前記第三領域R3において計測用超音波パルスMPの送受信が行われる。

20

【0047】

（第二実施形態）

次に、第二実施形態について説明する。第二実施形態の超音波診断装置の構成は第一実施形態と同一であり、以下、作用に関して第一実施形態と異なる事項について説明する。

【0048】

本例においても、プッシュパルスPPの送受信が複数回行なわれるが、各々のプッシュパルスの送受信に対応する計測用超音波パルスMPの送受信は、前記関心領域Rの全体において行われる。具体的に説明する。図18に示すように、前記関心領域Rの近傍にプッシュパルスPPが送信された後、図19に示すように、前記関心領域Rの全体について計測用超音波パルスMPの送受信が行われる。

30

【0049】

本例でも、第一実施形態と同様に、前記計測用超音波パルスMPの送受信は、前記プッシュパルスPPに近い方から順番にインターリーブスキャン方式によって行われる。また、前記計測用超音波パルスMPの送受信は、複数音線の各々について、複数回行われる。

【0050】

ただし、前記計測用超音波パルスMP（平面波）が前記関心領域Rの全体を含む領域に一回送信されてもよい。この場合、前記送受信ビームフォーマ3が、複数音線並列処理を行なって、前記関心領域Rの全体における複数音線分のエコー信号を取得する。

40

【0051】

前記計測用超音波パルスMPの送受信が設定された回数行われると、図20に示すように、検出用超音波パルスDPの送受信が行われる。この検出用超音波パルスDPは、一回目のプッシュパルスPPの次に送受信される二回目のプッシュパルスPPに対応する計測用超音波パルスMPが送受信される予定の前記関心領域Rを通過したせん断弾性波Wを検出するための超音波パルスである。ここで検出されるせん断弾性波Wも、第一実施形態と同様に一回目のプッシュパルスPPの送信によって生じたせん断弾性波である。

【0052】

前記検出用超音波パルスDPは、前記関心領域Rにおけるせん断弾性波Wの伝播方向に

50

位置する端部であって、一回目の前記プッシュパルス P P から遠い方に位置する端部の近傍において送受信される。前記検出用超音波パルス D P の位置は、前記関心領域 R の外側であり、第一実施形態と同じ位置である。

【0053】

前記検出用超音波パルス D P のエコー信号に基づいて、前記せん断弾性波検出部 4 4 によりせん断弾性波が検出されると、前記制御部 8 は、プッシュパルス P P が再び送信されるよう制御信号を出力する。本例では、二回目のプッシュパルス P P は、図 2 1 に示すように、前記関心領域 R に対して、一回目のプッシュパルス P P の位置とは反対側に送信される。このように一回目と二回目とでプッシュパルス P P の位置が異なることにより、前記関心領域 R 内におけるせん断弾性波 W の伝播方向は、一回目と二回目とで逆方向になる。

10

【0054】

二回目の前記プッシュパルス P P が送信された後、図 2 2 に示すように、前記関心領域 R の全体について計測用超音波パルス M P の送受信が行われる。この計測用超音波パルス M P の送受信は、二回目の前記プッシュパルス P P に近い方から順番にインターリーブスキャン方式によって行われる。従って、一回目と二回目とでは、複数の音線における送受信の順序が異なる。また、前記計測用超音波パルス M P の送受信は、複数音線の各々について、複数回行われる。

【0055】

ただし、一回目と同様に、前記計測用超音波パルス M P の送信が一回のみ行われ、複数音線並列処理によって、複数音線分のエコー信号が取得されてもよい。

20

【0056】

一回目と二回目の計測用超音波パルス M P の送受信によってエコー信号が得られると、前記伝搬速度算出部 4 2 は、前記エコー信号において検出されるせん断弾性波 W の伝播速度を算出する。前記伝搬速度算出部 4 2 は、一回目の計測用超音波パルス M P の送受信によって得られたエコー信号に基づいて伝搬速度 V 1 を算出する。また、前記伝搬速度算出部 4 2 は、二回目の計測用超音波パルス M P の送受信によって得られたエコー信号に基づいても伝搬速度 V 2 を算出する。

【0057】

前記弾性値算出部 4 3 は、前記伝搬速度 V 1 に基づいて弾性値 E 1 を算出する。また、前記弾性値算出部 4 3 は、前記伝搬速度 V 2 に基づいて弾性値 E 2 を算出する。

30

【0058】

前記画像表示制御部 5 1 は、伝搬速度のデータに基づく弾性画像 E I を表示させる場合、対応する画素位置について、前記伝搬速度 V 1 のデータ及び前記伝搬速度 V 2 のデータを加算平均処理する。そして、この加算平均処理によって得られたデータに基づいて、一フレームの弾性画像 E I を前記表示部 6 に表示させる。

【0059】

また、前記画像表示制御部 5 1 は、弾性値のデータに基づく弾性画像 E I を表示させる場合、対応する画素位置について、前記弾性値 E 1 のデータ及び前記弾性値 E 2 のデータを加算平均処理する。そして、この加算平均処理によって得られたデータに基づいて、一フレームの弾性画像 E I を前記表示部 6 に表示させる。

40

【0060】

本例によれば、第一実施形態と同様に、一回目のプッシュパルス P P によって生じたせん断弾性波 W が検出された後に、二回目のプッシュパルス P P が送信される。従って、一回目のプッシュパルス P P によって生じたせん断弾性波 W が、前記関心領域 R を通過した後に、二回目のプッシュパルス P P が送信されるので、この二回目のプッシュパルス P P によって生じるせん断弾性波 W の検出を、一回目のプッシュパルス P P によるせん断弾性波 W の影響を受けずに行なうことができる。

【0061】

以上、本発明を前記実施形態によって説明したが、本発明はその主旨を変更しない範囲

50

で種々変更実施可能なことはもちろんである。例えば、前記実施形態においては、前記計測用超音波パルスMPの送受信が、設定された回数行われると、前記検出用超音波パルスDPの送受信が行われているが、前記プッシングパルスPPから最も遠い音線における前記計測用超音波パルスMPによって、せん断弾性波が検出されると、前記検出用超音波パルスDPの送受信が行われてもよい。

【0062】

また、インターリーブスキャン方式により、計測用超音波パルスMP及び検出用超音波パルスDPの送受信が行われてもよい。すなわち、一回のプッシュパルスPPの送信につき、計測用超音波パルスMPの送受信が行われる全ての音線について一回ずつ計測用超音波パルスMPの送受信が行われた後、検出用超音波パルスDPの送受信が行われてもよい。例えば、図23に示すように、第一領域R1において、計測用超音波パルスMPの送受信が行われる音線を、第一音線SL1、第二音線SL2、第三音線SL3とし、検出用超音波パルスDPの送受信が行われる音線を第四音線とする。前記第一音線SL1、前記第二音線SL2、前記第三音線SL3、前記第四音線SL4の順で前記プッシュパルスPPに近い。

10

【0063】

前記計測用超音波パルスMP及び前記検出用超音波パルスDPの送受信の順序について説明する。第一音線SL1、第二音線SL2、第三音線SL3の順でそれぞれ一回ずつ計測用超音波パルスMPが送受信された後、前記第四音線SL4において検出用超音波パルスDPが送受信される。その後、再び第一音線SL1に戻って計測用超音波パルスMPが送受信される。図23の数字は、前記計測用超音波パルスMPが送受信される順序を示している。

20

【0064】

また、前記検出用超音波パルスDPの位置は、上記実施形態の位置に限られるものではない。前記検出用超音波パルスDPの位置は、一のプッシュパルスの次に送信される他のプッシュパルスに対応する計測用超音波パルスMPが送受信される予定の領域を、前記一のプッシュパルスによって生じたせん断弾性波が通過したことを検出することができる位置であればよい。例えば、図24に示すように、次に送信されるプッシュパルスPPに対応する計測用超音波パルスMPが送受信される領域が第二領域R2である場合、この第二領域R2におけるせん断弾性波Wの伝播方向に位置する端部であって、プッシュパルスから遠い方に位置する端部において、前記検出用超音波パルスDPが送受信されてもよい。このような位置において前記検出用超音波パルスDPが送受信されることによって、前記第二領域R2を通過したせん断弾性波Wを検出することができる。

30

【0065】

また、同様に、次のプッシュパルスPPに対応する計測用超音波パルスMPが送受信される領域が第二領域R2である場合、図25に示すように、この第二領域R内において、前記検出用超音波パルスDPの送受信が行われてもよい。この場合、前記第二領域R2におけるせん断弾性波Wの伝播方向に位置する端部であって、前記プッシュパルスPPから遠い方に位置する端部の近傍において、前記検出用超音波パルスDPが送受信される。このような位置において前記検出用超音波パルスDPが送受信されることによって、前記第二領域R2を通過したせん断弾性波Wを検出することができる。ここに、「通過」には、せん断弾性波Wが前記第二領域R2の全てを通過してこの第二領域R2の外に出たことのみならず、前記第二領域R2をほぼ通過したことが含まれる。

40

【符号の説明】

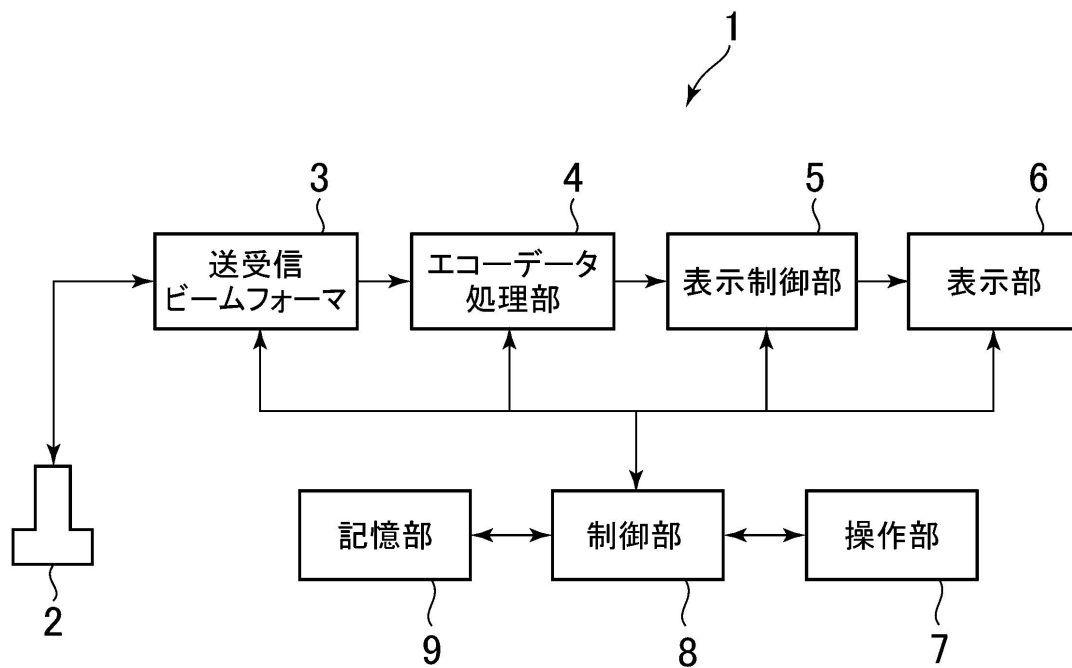
【0066】

- 1 超音波診断装置
- 2 超音波プローブ
- 3 送受信ビームフォーマ
- 8 制御部
- 42 伝搬速度算出部

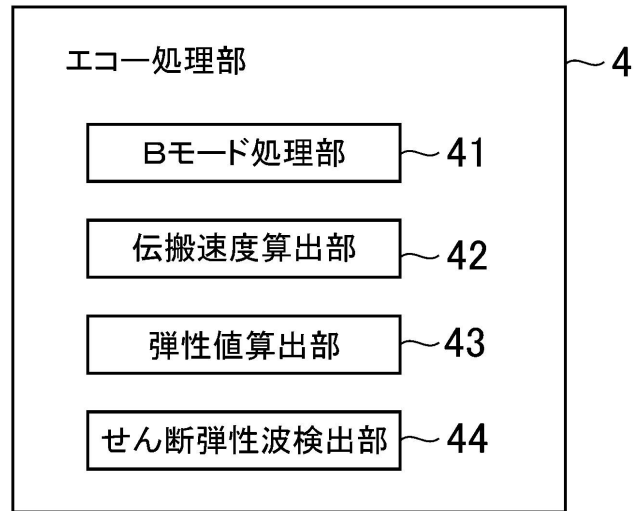
50

4 3 弾性値算出部
P P プッシュパルス
M P 計測用超音波パルス
D P 検出用超音波パルス
W せん断弾性波

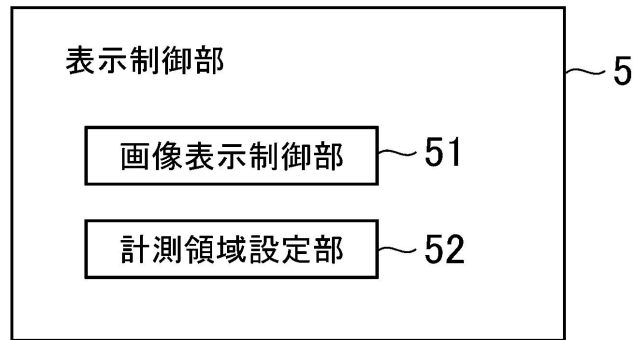
【図 1】



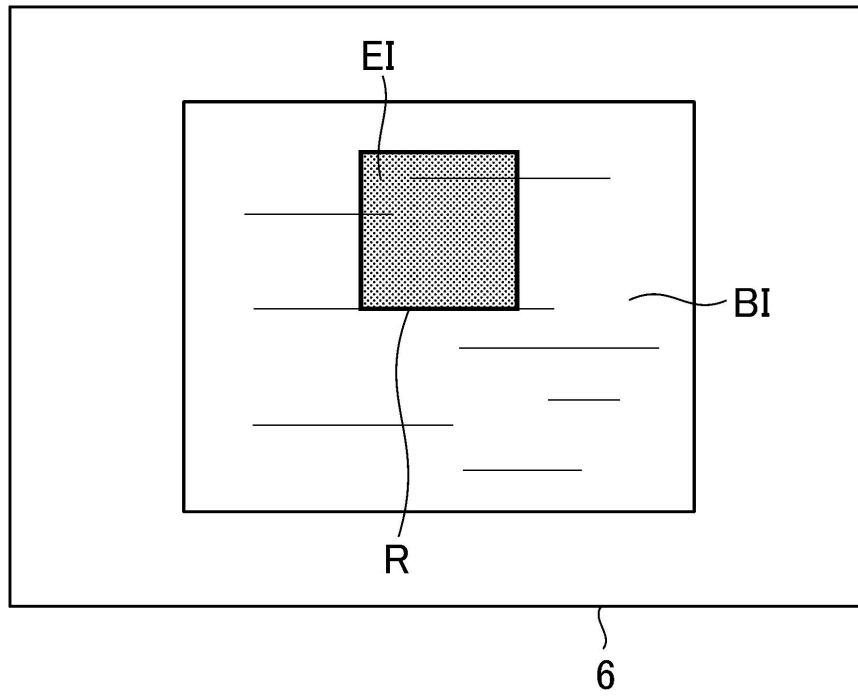
【図 2】



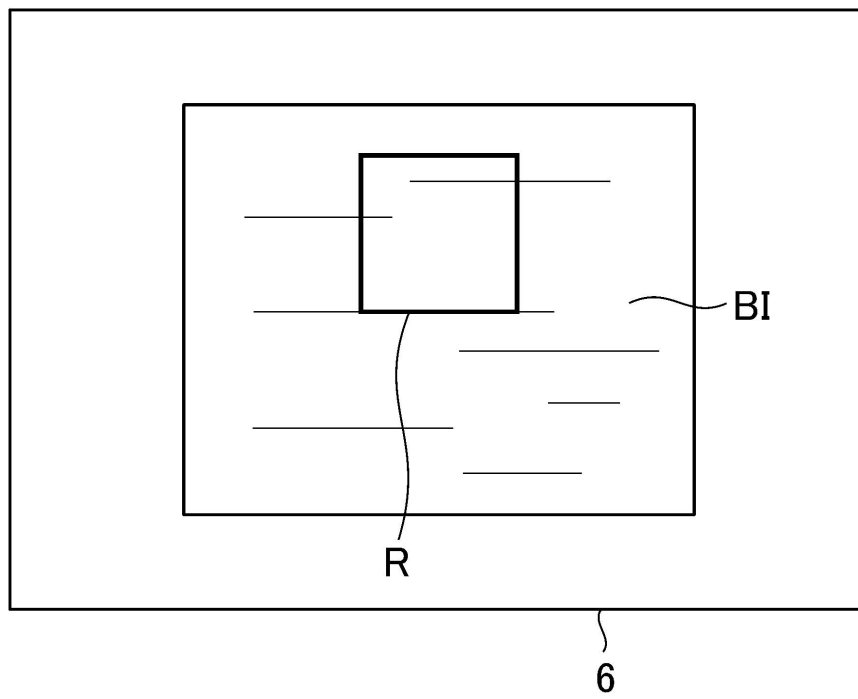
【図 3】



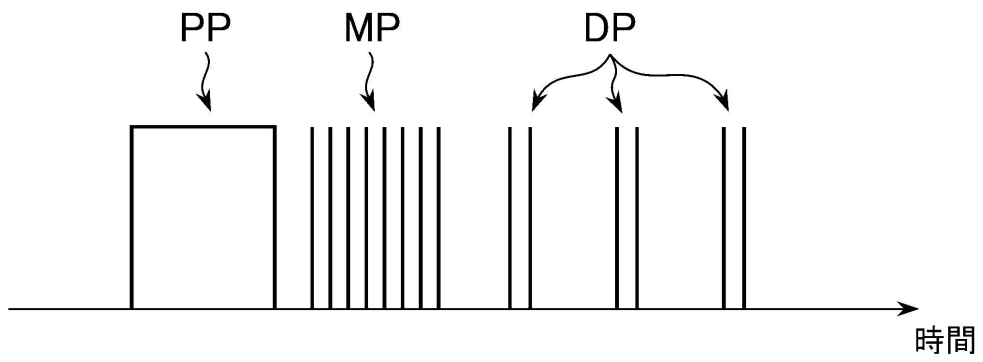
【図 4】



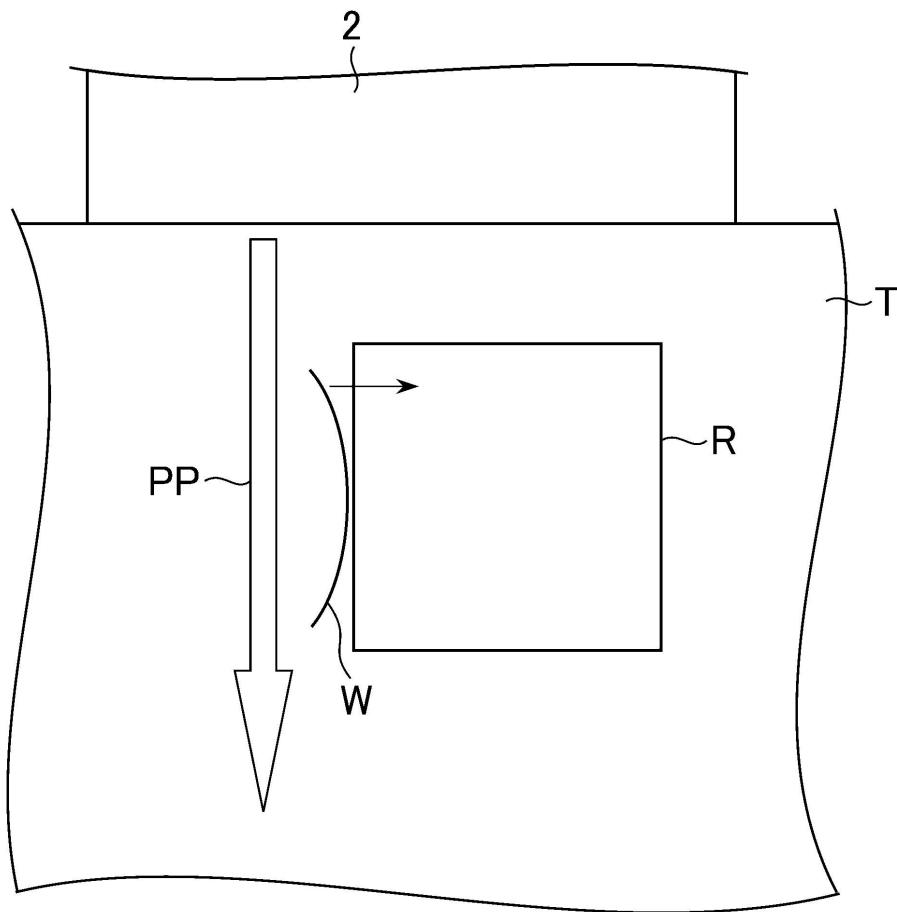
【図 5】



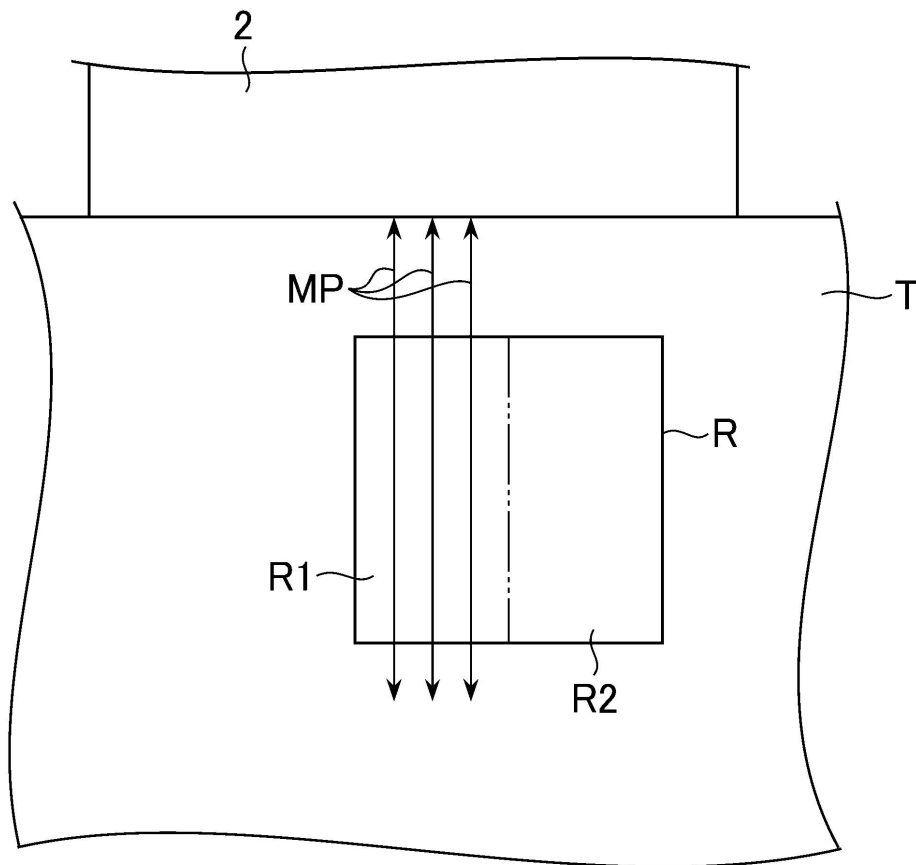
【図 6】



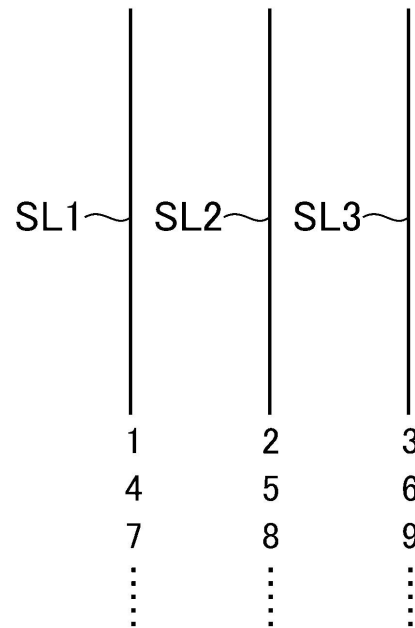
【図 7】



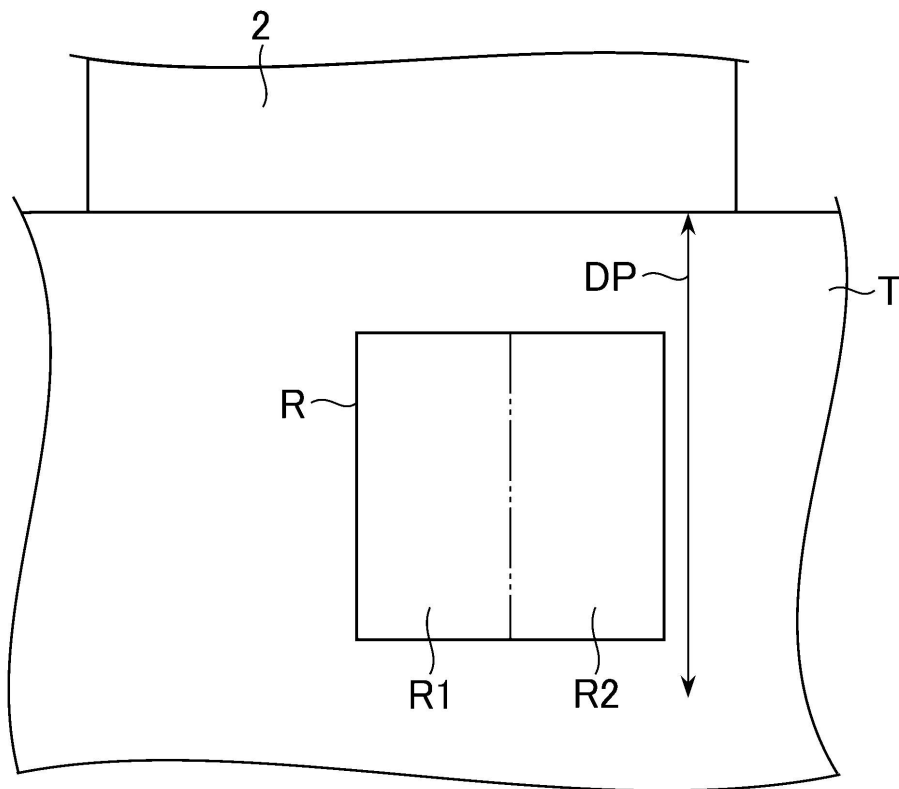
【図 8】



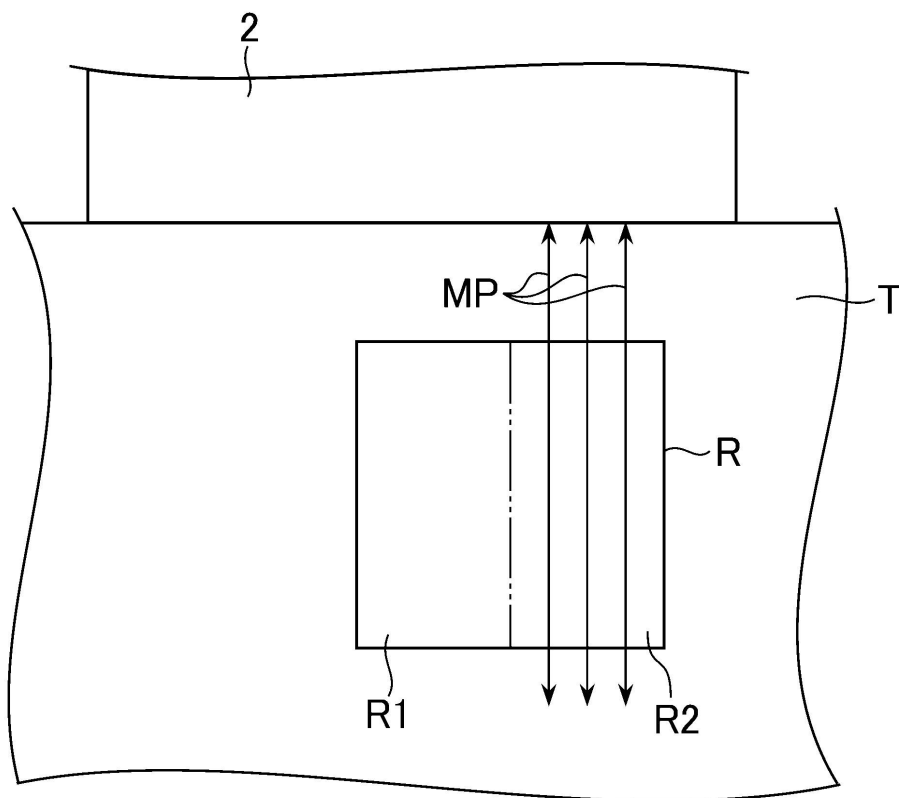
【図 9】



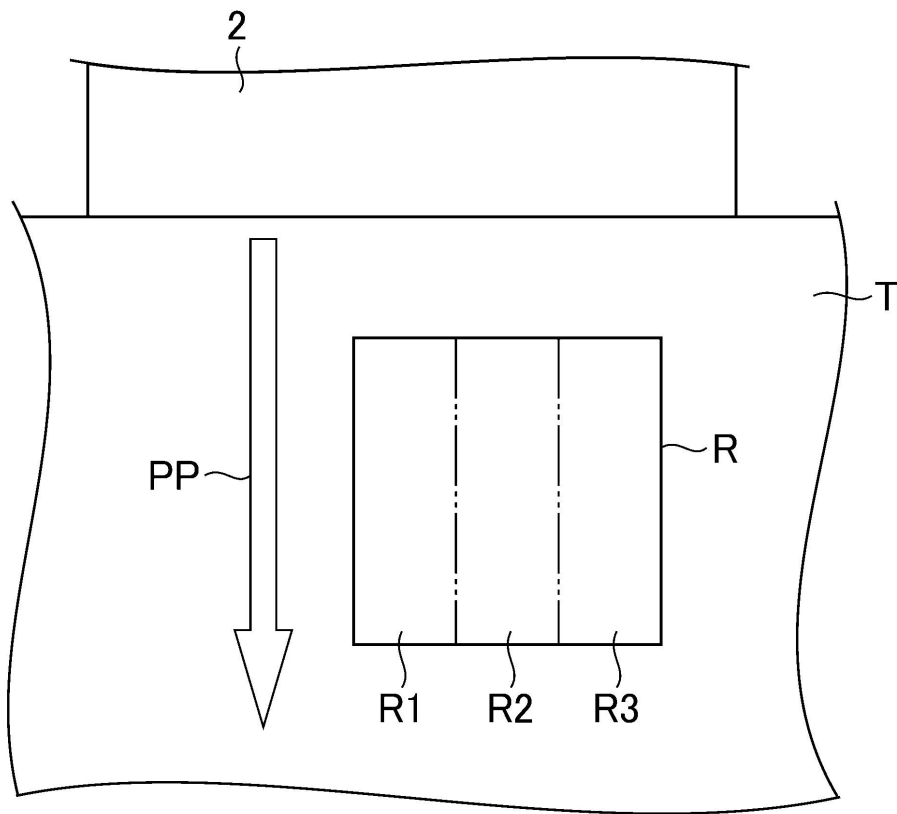
【図 10】



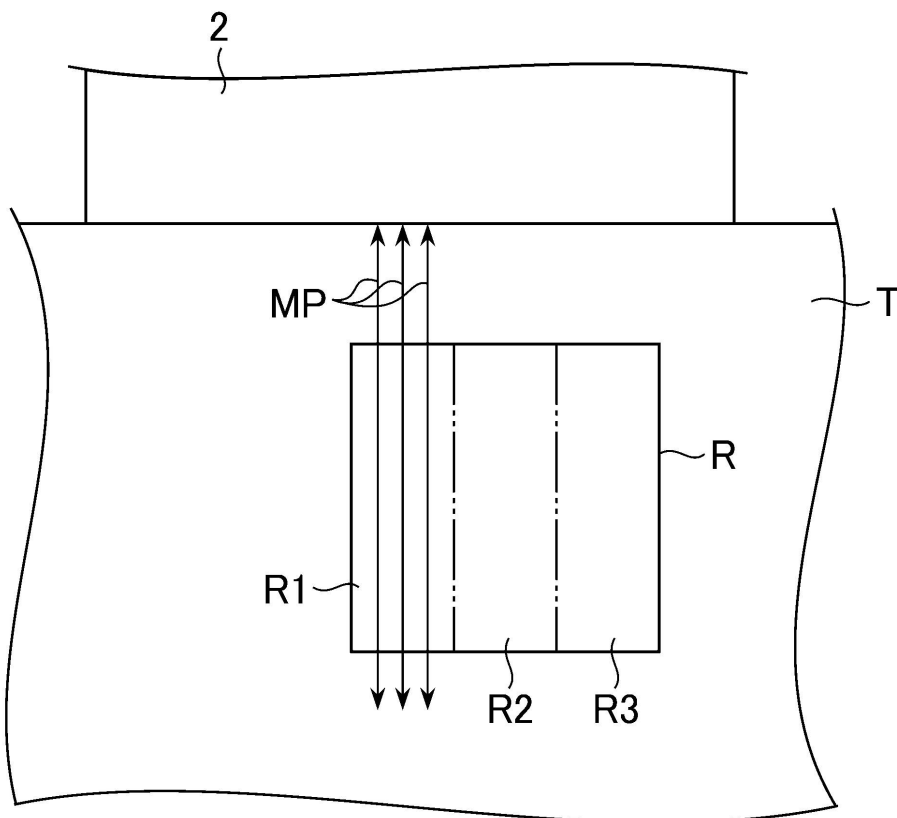
【図 11】



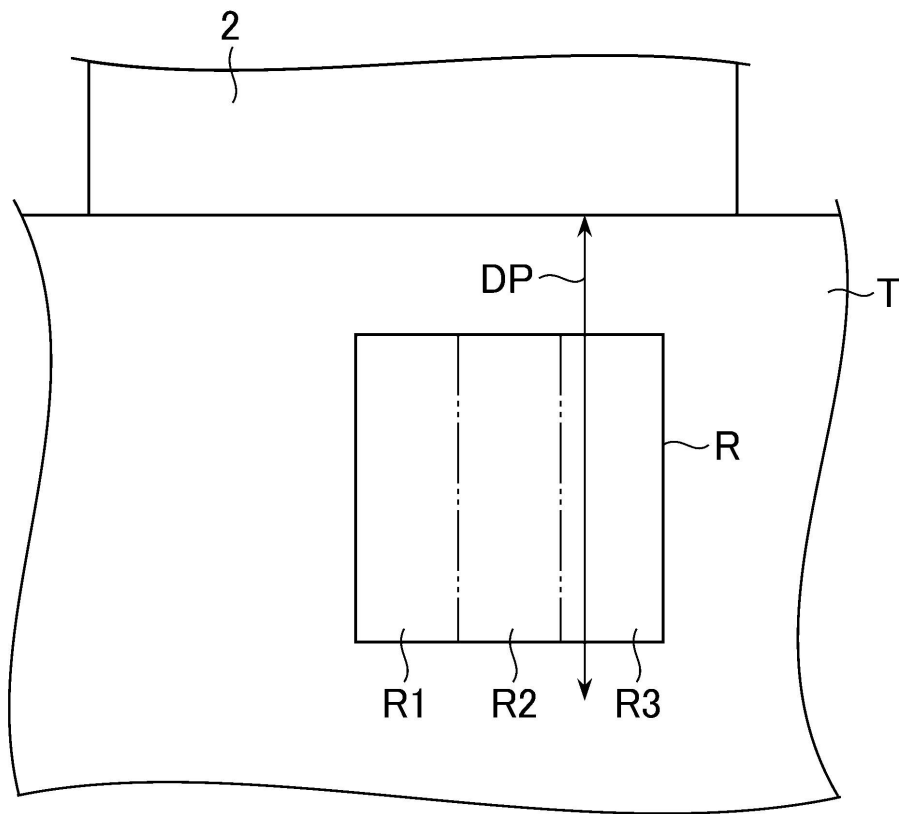
【図 1 2】



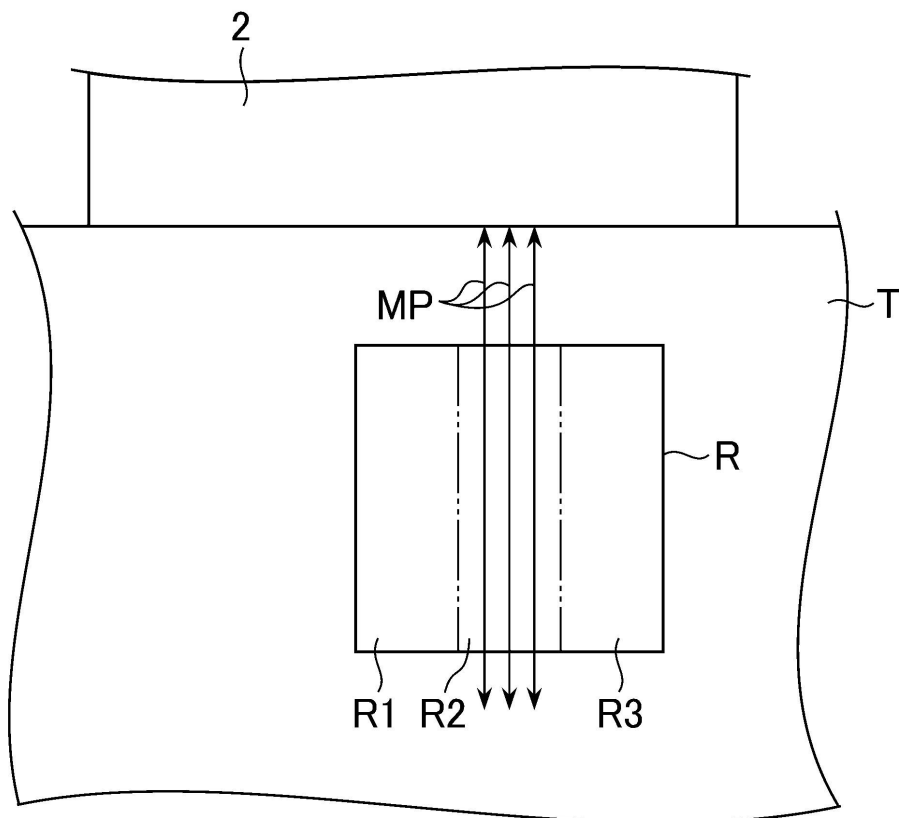
【図 1 3】



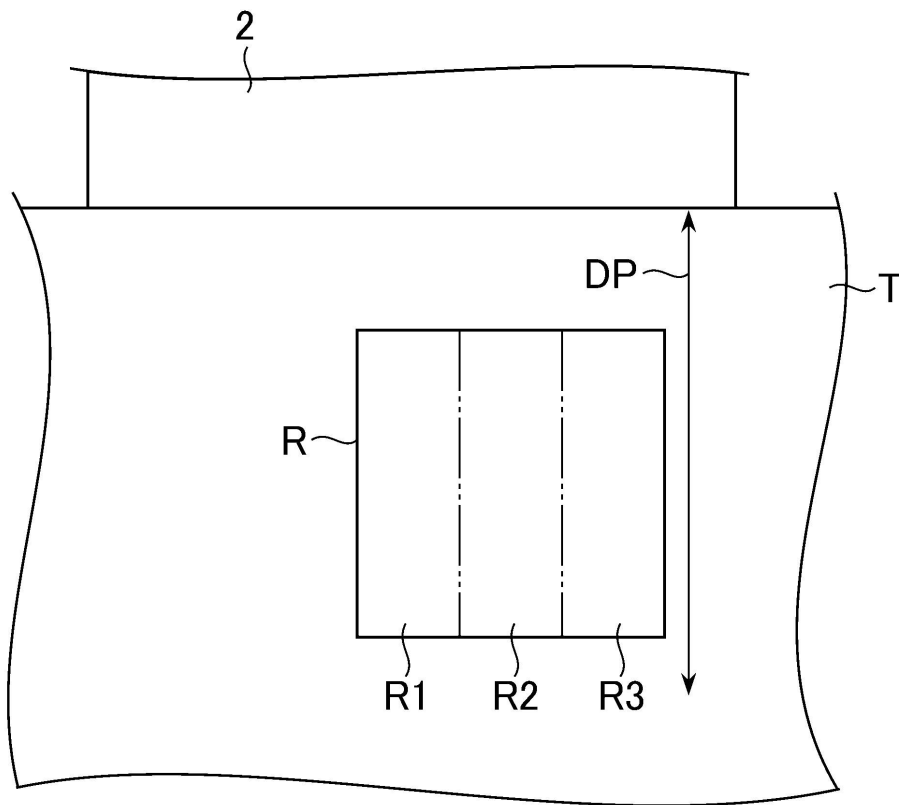
【図 1 4】



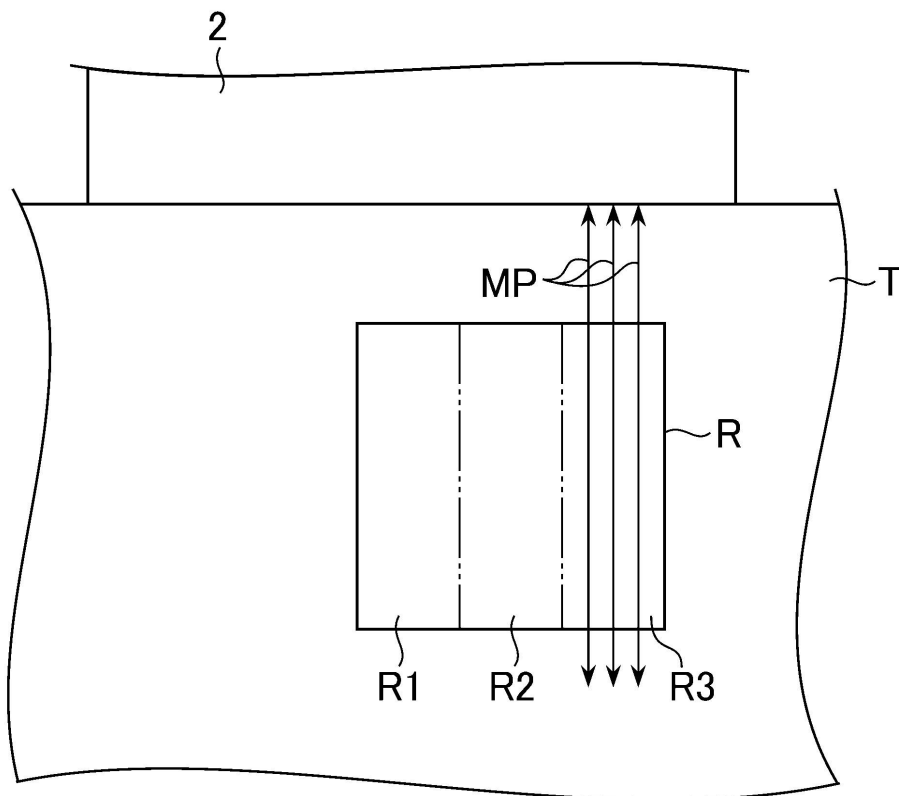
【図 1 5】



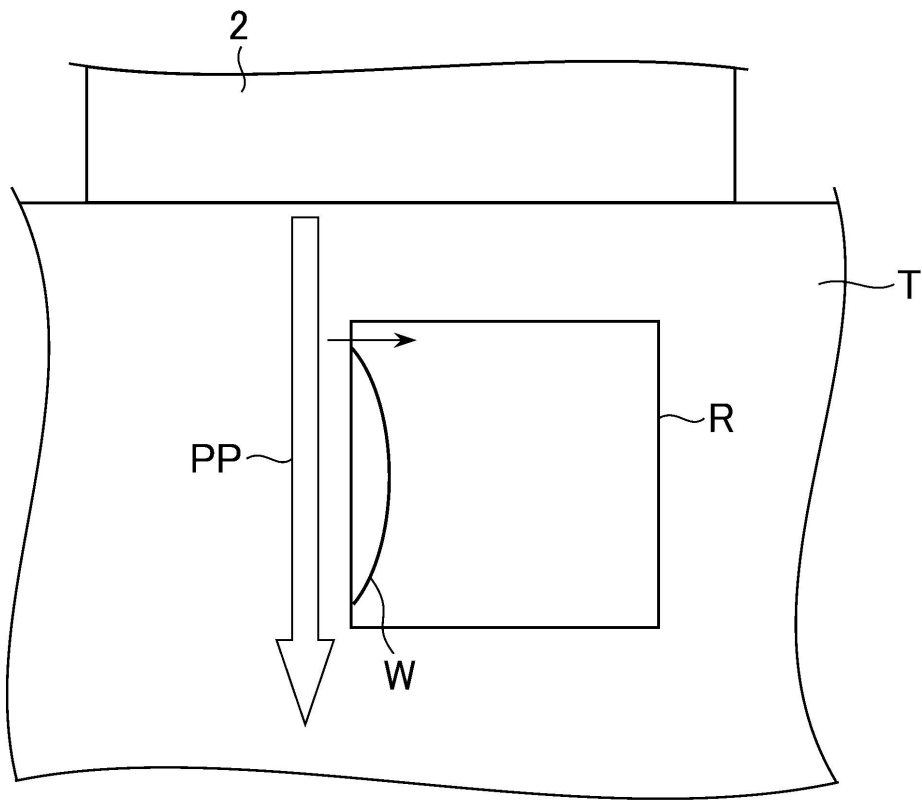
【図 16】



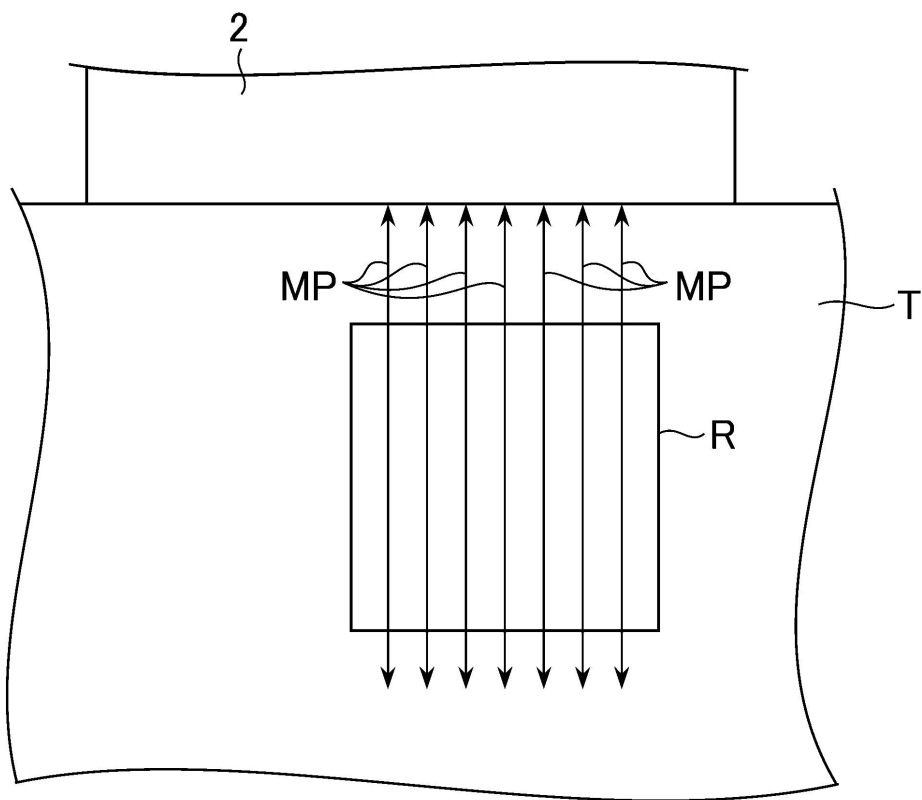
【図 17】



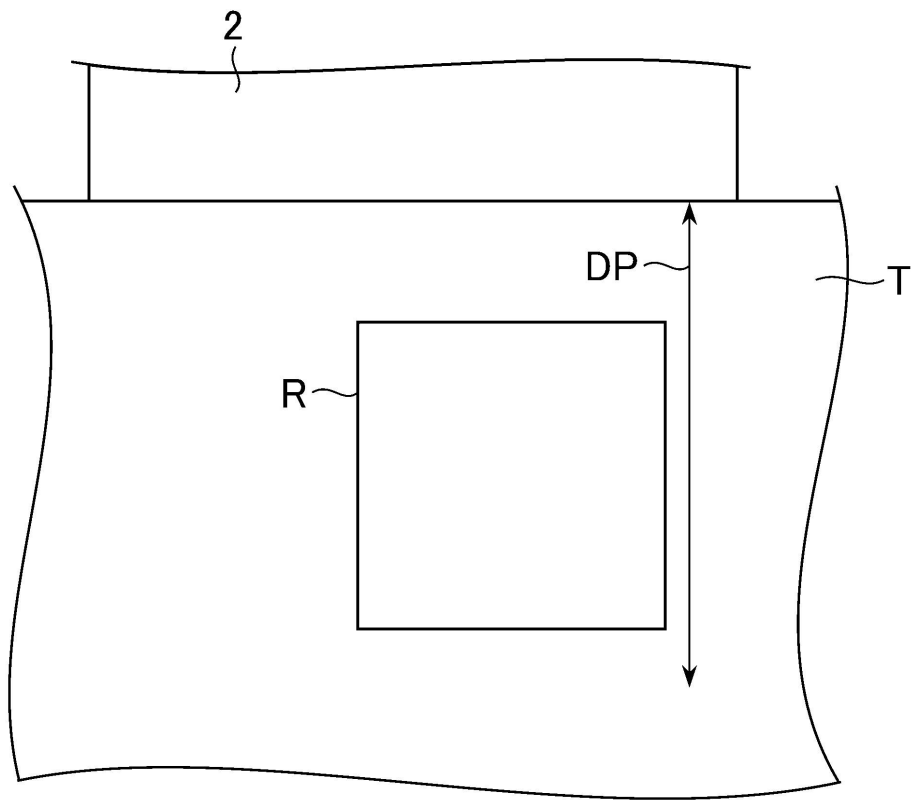
【図18】



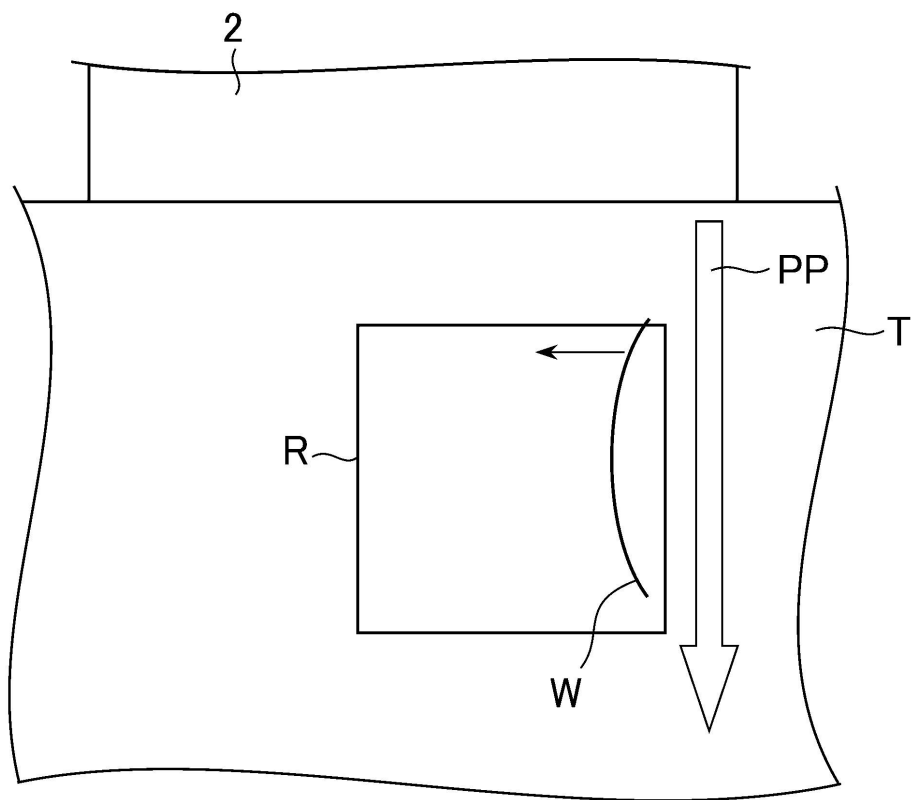
【図19】



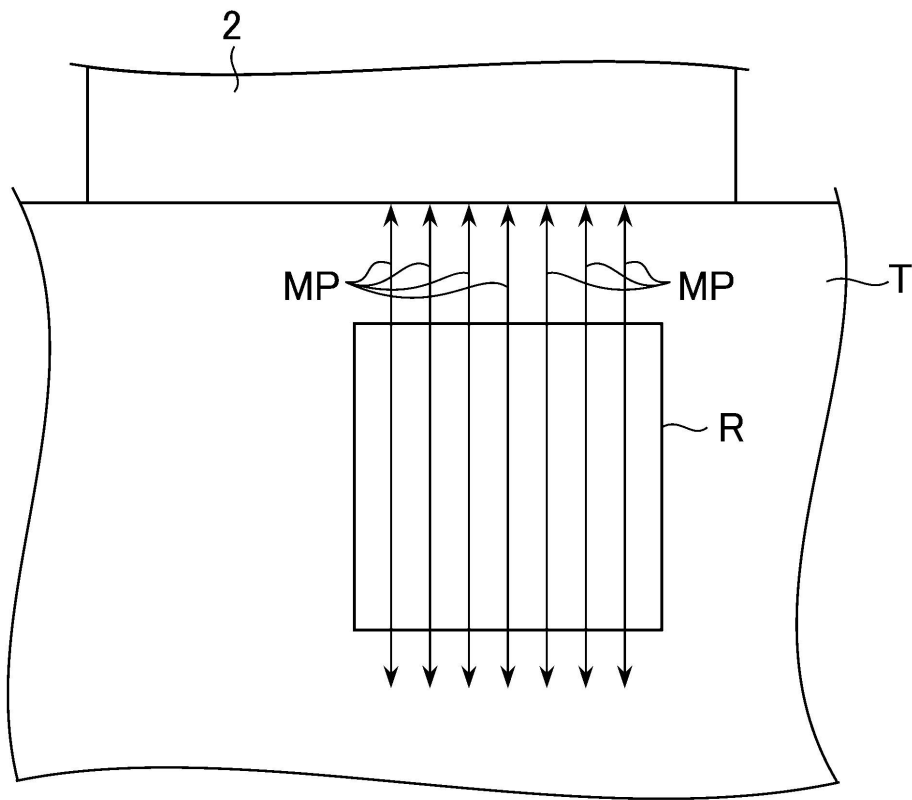
【図 20】



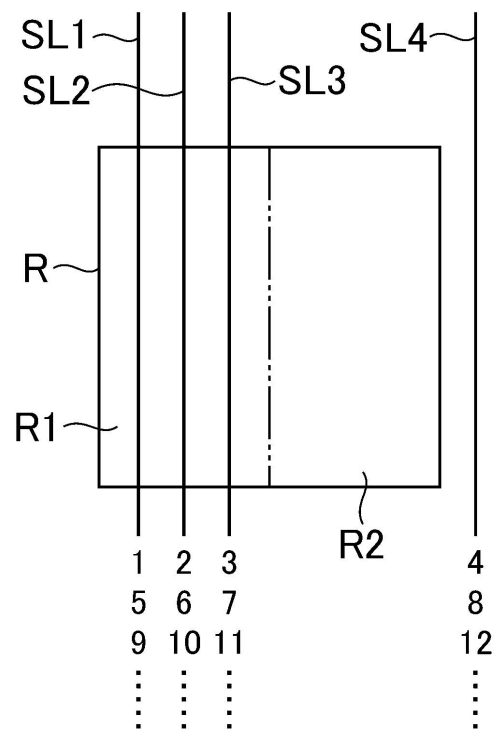
【図 21】



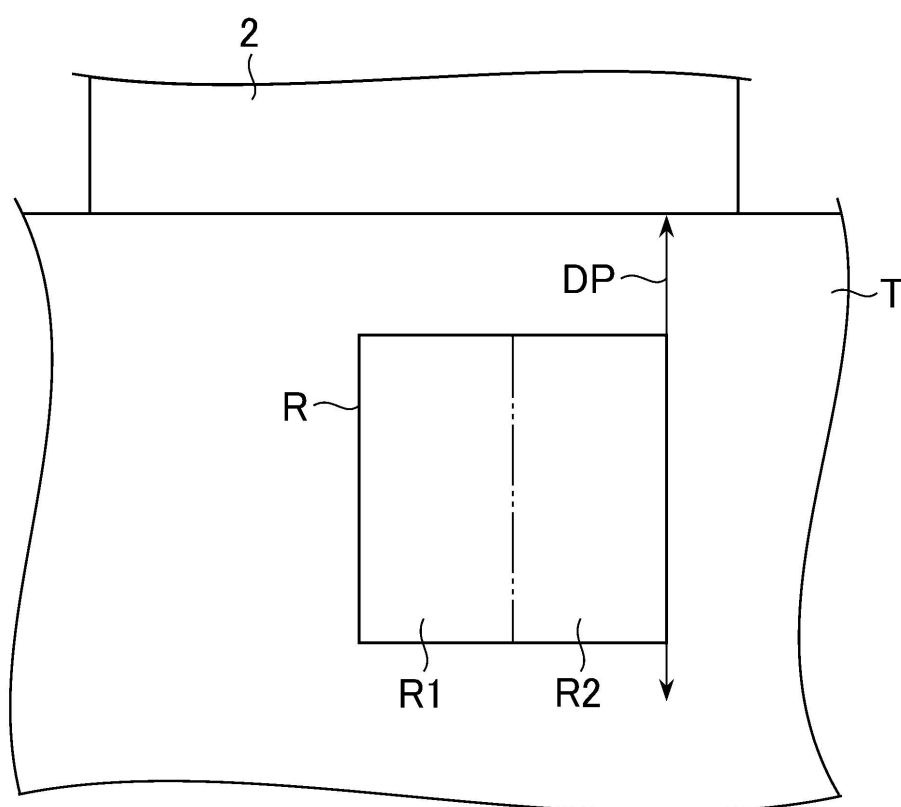
【図 2 2】



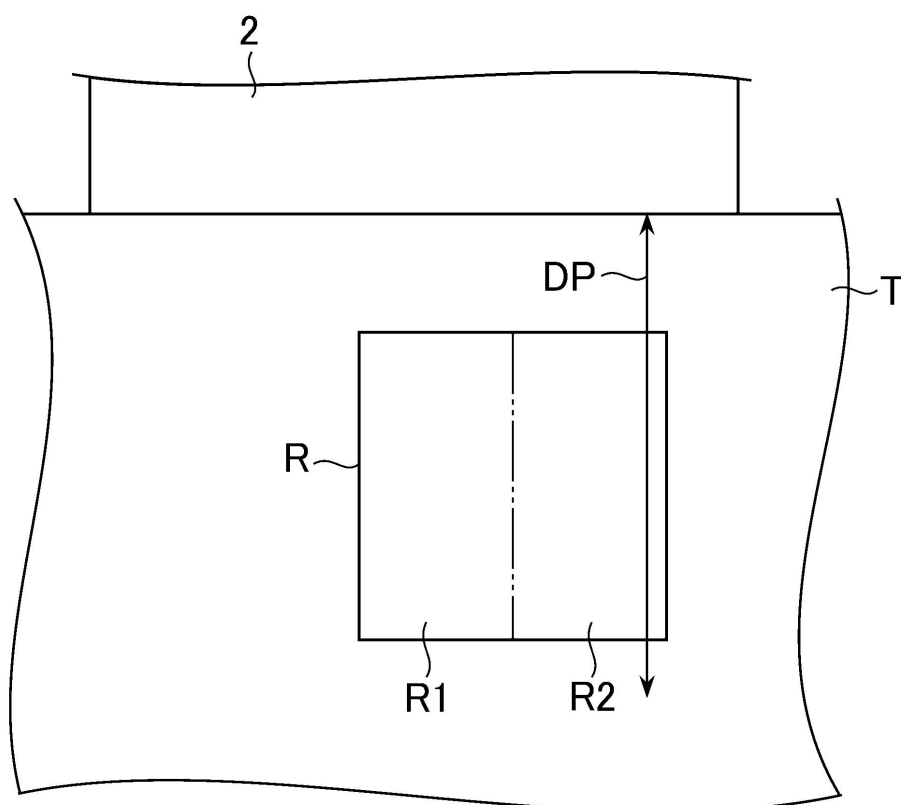
【図 2 3】



【図 2 4】



【図 2 5】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-69295 (J P, A)
米国特許出願公開第2010/0286520 (U S, A 1)
特表2013-512026 (J P, A)
国際公開第2013/153968 (W O, A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., D B名)
A 6 1 B 8 / 1 4

专利名称(译)	超声波诊断装置及其控制程序		
公开(公告)号	JP5869548B2	公开(公告)日	2016-02-24
申请号	JP2013224247	申请日	2013-10-29
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	谷川俊一郎		
发明人	谷川 俊一郎		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/485 A61B8/4444 A61B8/461 A61B8/5223 A61B8/54 G01S7/52022 G01S7/52042 G01S7/52071 G01S7/52085 G01S7/52095 G01S15/8915		
FI分类号	A61B8/14 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/EE22 4C601/HH12 4C601/HH15		
其他公开文献	JP2015084862A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供一种超声波诊断装置。超声波诊断装置包括传输控制单元，该传输控制单元被配置为控制超声波探头，使得超声波的推动脉冲传输到测试对象的生物组织，并且传输超声波脉冲用于测量在其中产生的剪切波的测量。具有推动脉冲的生物组织被交替地执行多次，传输控制单元被配置为控制超声波探头，使得发送用于检测的超声波脉冲，其中，用于检测的超声波脉冲用于检测由此产生的第一剪切波。第一推动脉冲已经通过一个区域，通过该区域预定发送与第一推动脉冲相邻的第二推动脉冲相对应的用于测量的超声波脉冲。

(21) 出願番号	特願2013-224247 (P2013-224247)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成25年10月29日 (2013.10.29)		ジーイー・メディカル・システムズ・グローバル・テクノロジー・カンパニー・エルエルシー
(65) 公開番号	特開2015-84862 (P2015-84862A)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53188・ワウケシャ・ノース・グランドビュー・ブルバード・ダブリュー・710・3000
(43) 公開日	平成27年5月7日 (2015.5.7)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成26年12月19日 (2014.12.19)		弁理士 荒川 聡志
		(72) 発明者	谷川 俊一郎
			東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127
			GEヘルスケア・ジャパン株式会社内
		審査官	右▲高▼ 幸幸
			最終頁に続く